

## Surveillance radar aerial suited to elevation measurement.

**Patent number:** DE3211707  
**Publication date:** 1983-10-20  
**Inventor:** BRUNNER ANTON DIPL ING (DE); THIERS HELMUTH DIPL ING (DE)  
**Applicant:** SIEMENS AG (DE)  
**Classification:**  
**- International:** H01Q3/46; H01Q19/20; H01Q25/00; H01Q3/00; H01Q19/00; H01Q25/00; (IPC1-7): H01Q3/00; H01Q19/15  
**- european:** H01Q3/46; H01Q19/20; H01Q25/00D7  
**Application number:** DE19823211707 19820330  
**Priority number(s):** DE19823211707 19820330

Also published as:



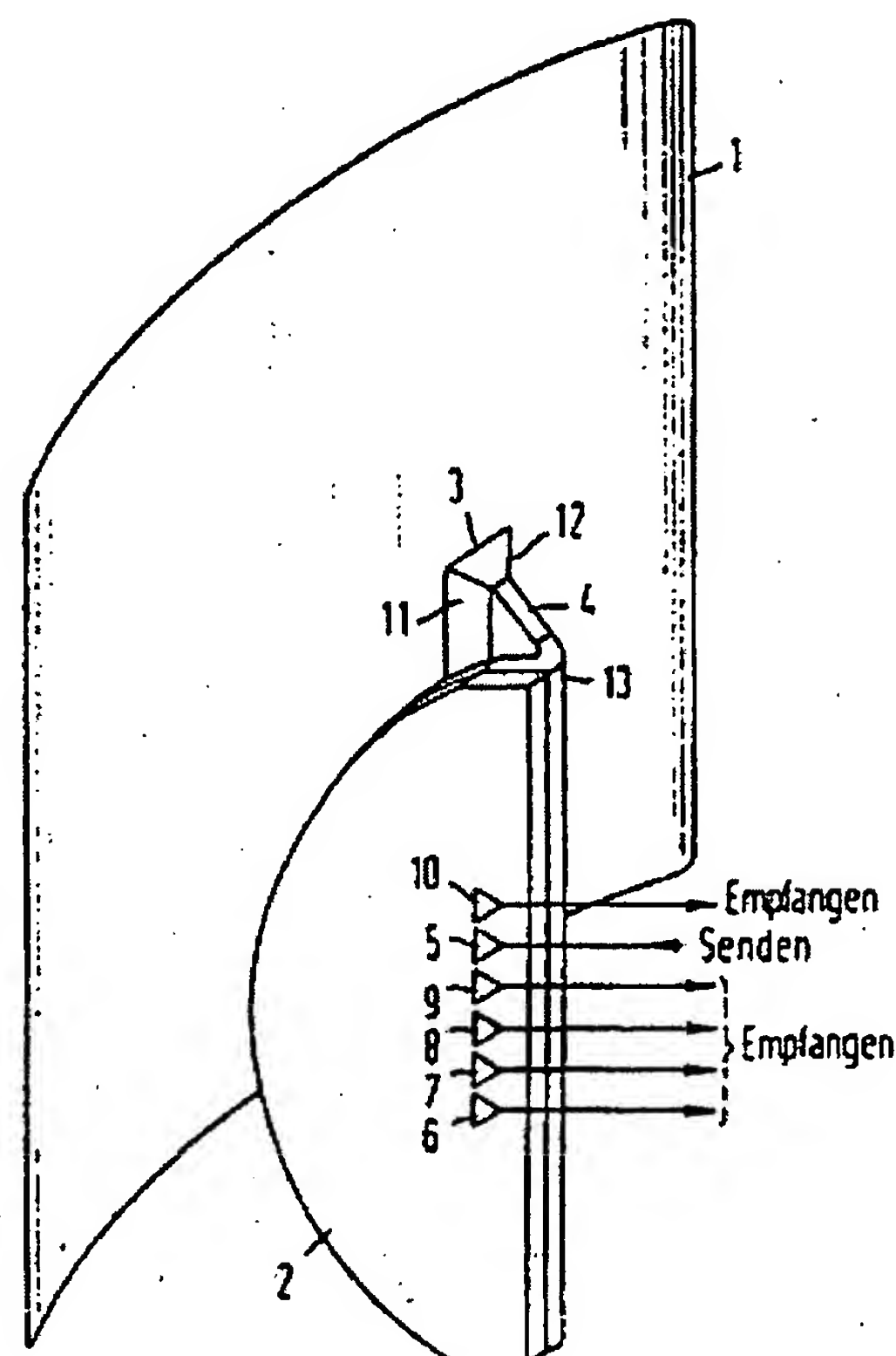
EP0090400 (A1)

EP0090400 (B1)

Report a data error here

Abstract not available for DE3211707  
 Abstract of correspondent: **EP0090400**

1. A surveillance radar antenna with elevation measurement, employing a cylindrical parabolic reflector which is irradiated by a linear source, wherein azimuthal scanning is effected by mechanical rotation and elevational scanning is effected by an electronic sweep of the beam transmitted from the linear source, which extends parallel to the cylindrical axis of the reflector and is formed by a row of radiators which together form the radiation aperture of a waveguide primary radiator, wherein the radiation of individual radiators for concentration and required elevational beam deflection is effected by means of electronically-controllable phase shifters, characterised in that the waveguide primary radiator is a so-called flat parabolic antenna (pillbox antenna) (2), that there are arranged in the region of the focal line of the flat parabolic antenna (2) a plurality of small exciters (5 to 10) above one another, of which only one (5) is operated during transmission and only two (6-10) are respectively operated at any instant during reception, in pairs, and that the two radiation lobes respectively produced by the exciters operated during reception which are arranged one above the other, are adjusted such that they mutually overlap and are essentially commonly embraced by the lobe produced by the exciter used for transmission.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 32 11 707 A 1**

⑤① Int. Cl. 3:  
**H 01 Q 3/00**  
H 01 Q 19/15

②① Aktenzeichen: P 32 11 707.8  
②② Anmeldetag: 30. 3. 82  
②③ Offenlegungstag: 20. 10. 83

DE 32 11 707 A 1

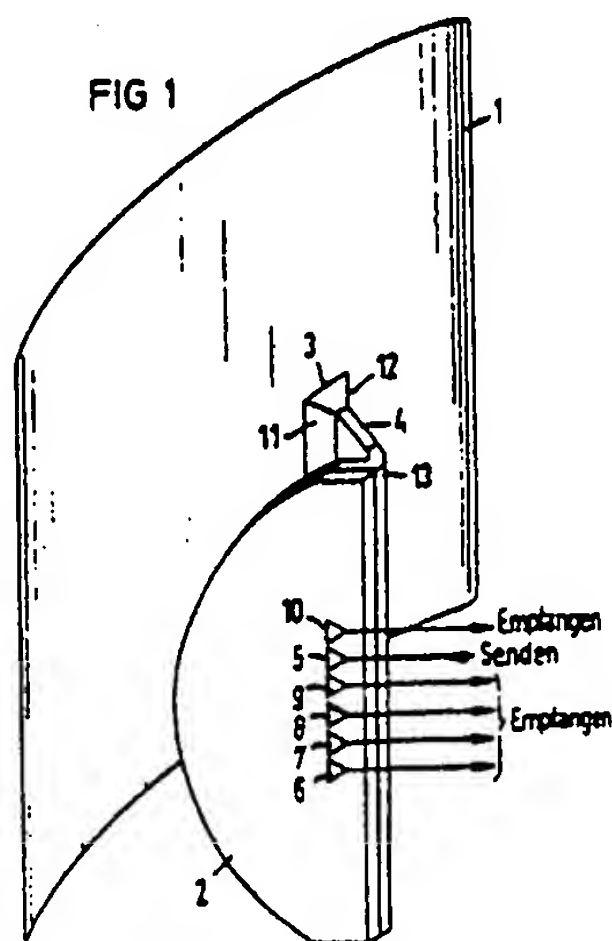
⑦① Anmelder:  
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

⑦② Erfinder:  
Brunner, Anton, Dipl.-Ing., 8136 Wangen, DE; Thiere,  
Helmuth, Dipl.-Ing., 8000 München, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Rundsuch-Radarantenne mit Höherfassung**

Bei einer Zylinderparabolreflektorantenne mit mechanischer Azimutabtastung und elektronisch phasengesteuerter Elevationsabtastung ist die den Primärstrahler bildende Linienquelle durch eine mit einstellbaren Phasenschiebern versehene Strahlerreihe im Aperturbereich einer Pillbox-Antenne (2) realisiert, zu deren Strahlungsspeisung mehrere übereinander um den Fokus angeordnete kleine Erreger (5-10) eingesetzt sind. Einer (5) der Erreger bildet die hinsichtlich ihrer Form mittels der Phasenschieber (4) einstellbare Sendekeule und jeweils zwei andere, beliebig einschaltbare Erreger (6-10) dienen zur Erzeugung eines sich überlappenden Empfangskeulenpaares, so daß durch Pegelvergleich eine Feinpeilung in der Elevation möglich ist. Die Höherfassung von Zielen und die Verfolgung mehrerer Ziele nach dem "Track while Scan"-Verfahren wurden bisher durch aufwendige Voll-Phased-Array-Antennen oder durch Verwendung einer Rundsuchantenne und mehrerer Zielfolgeanlagen verwirklicht. Die Antenne nach der Erfindung läßt sich bei Luftraum-Überwachungsanlagen anwenden. (32 11 707)



DE 32 11 707 A 1

Patentansprüche

1. Rundsuch-Radarantenne mit Höhenerfassung unter Verwendung eines durch eine Linienquelle angestrahlten Zylinderparabolreflektors, wobei die azimutale Abtastung durch mechanische Rotation und die Abtastung in der Elevation durch elektronische Schwenkung des Strahlenbündels erfolgt, das von der parallel zur Zylinderachse des Reflektors verlaufenden, durch eine Strahlerreihe gebildeten Linienquelle abgegeben wird, welche die Strahlungsapertur eines wellenführenden Primärstrahlers bildet, in welchem die Einzelstrahler über elektronisch steuerbare Phasenschieber zur Fokussierung und gewünschten Strahlauslenkung in der Elevation strahlungsmäßig gespeist werden, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der wellenführende Primärstrahler eine sogenannte Flachparabolantenne (Pillbox-Antenne) (2) ist, daß im Brennpunktbereich der Flachparabolantenne (2) mehrere kleine Erreger (5 bis 10) übereinander angeordnet sind, von denen einer (5) nur im Sendefall und jeweils zwei (6-10) paarweise nur im Empfangsfall betrieben sind, und daß die beiden jeweils von den im Empfangsfall betriebenen Erregern erzeugten und übereinander liegenden Strahlungskeulen so eingestellt sind, daß sie sich überlappen und gemeinsam von der Keule, die vom Erreger für den Sendefall erzeugt wird, im wesentlichen umfaßt sind.
2. Rundsuch-Radarantenne nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Form der vom Erreger (5) für den Sendefall erzeugten Strahlungskeule mittels der elektronisch steuerbaren Phasenschieber unterschiedlich einstellbar ist.

3. Rundsuch-Radarantenne nach Anspruch 1 oder 2, d a -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die  
beiden jeweils von zwei Erregern (6 bis 10) für den  
Empfangsfall erzeugten und sich überlappenden Strah-  
5 lungskeulen mittels der elektronisch steuerbaren Pha-  
senschieber gemeinsam auslenkbar sind.
4. Rundsuch-Radarantenne nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h -  
10 n e t , daß unterschiedlich weit auseinanderliegende  
Erreger (6 bis 10) für den Empfangsteil jeweils paar-  
weise aktivierbar sind.
5. Rundsuch-Radarantenne nach Anspruch 4, d a -  
15 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß zur  
Erzeugung zweier scharfer Empfangskeulen mit einem  
kleinen Winkelversatz zwei Erreger aktiviert sind, die  
einen relativ kleinen Abstand voneinander aufweisen.
- 20 6. Rundsuch-Radarantenne nach Anspruch 4, d a -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß zur  
Erzeugung zweier breiter Empfangskeulen mit einem  
großen Winkelversatz zwei Erreger aktiviert sind, die  
einen relativ großen Abstand voneinander aufweisen.
- 25 7. Rundsuch-Radarantenne nach einem der Ansprüche 4  
bis 6, g e k e n n z e i c h n e t d u r c h  
eine mittels der elektronisch steuerbaren Phasenschie-  
ber vorgenommene, passend bemessene Defokussierung.
- 30 8. Rundsuch-Radarantenne nach einem der vorhergehen-  
den Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß im Falle einer elektronisch  
abtastenden, bleistiftstrahlförmigen Sendekeule (48)

30.03.82

3211707

3

-18-

VPA 82 P 1235 DE

5 beim Absuchen eines bestimmten Elevationswinkelbereichs das Empfangskeulenpaar (49, 50) derart elektronisch mitausgelenkt wird, daß es während des Empfangs der Zielechos auf den Winkelbereich der Sendekeule ausgerichtet bleibt.

9. Rundsuch-Radarantenne nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle einer cosec<sup>2</sup>-Sendekeule (43) 10 beim Absuchen eines bestimmten Elevationswinkelbereichs das Empfangskeulenpaar (44, 45 bzw. 46, 47) elektronisch ausgelenkt wird.

10. Rundsuch-Radarantenne nach einem der vorhergehenden 15 Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Flachparabolantenne (2) außerhalb des Strahlengangs des Zylinderparabolreflektors (1) angeordnet ist.

20 11. Rundsuch-Radarantenne nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Flachparabolantenne (2) doppelstöckig ausgebildet ist und zwar derart, daß ein schmaler zylindrischer Parabolreflektor (14) und zwei senkrecht dazu angeordnete, 25 zueinander parallel verlaufende metallische Platten (15, 16) mit einer parallel zu diesen Platten verlaufenden, jedoch nicht bis zum Parabolreflektor (14) reichenden, metallischen Zwischenplatte (17) vorgesehen sind, so daß sich zu beiden Seiten dieser Zwischenplatte jeweils ein Plattenzwischenraum (18, 19) 30 ergibt, daß die kleinen Erreger (5 bis 10) im Brennpunktsbereich des einen Plattenzwischenraumes (18) angeordnet sind und daß entlang des schmalen zylindrischen Parabolreflektors (14) eine Einrichtung zur

Umlenkung der Strahlung vom einen (18) in den anderen Plattenzwischenraum (19) vorgesehen ist.

- 5 12. Rundsuch-Radarantenne nach den Ansprüchen 10 und 11, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß diejenigen beiden Platten (16, 17), die den nicht die Erreger (5 bis 10) enthaltenden Plattenzwischenraum (19) einschließen; zur Apertur der Flachparabolantenne (2) hin abgelenkt sind.
- 10 13. Rundsuch-Radarantenne nach Anspruch 11 oder 12, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Einrichtung zur Strahlungsumlenkung vom einen (18) zum anderen Plattenzwischenraum (19) in einem Schlitz 15 (22) besteht, der sich dadurch ergibt, daß die Zwischenplatte (17) nicht ganz bis zum schmalen zylindrischen Parabolreflektor (14) reicht.
- 20 14. Rundsuch-Radarantenne nach Anspruch 11 oder 12, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Einrichtung zur Strahlungsumlenkung vom einen (18) zum anderen Plattenzwischenraum (19) durch zwei 45°-Abschrägungen (20, 21) in der Querschnittskontur des zylindrischen Parabolreflektors (14) gebildet ist.
- 25 15. Rundsuch-Radarantenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß in dem parallel zur Zylinderachse des Zylinderparabolreflektors (1) verlaufenden 30 Aperturbereich der Flachparabolantenne (2) zumindest angenähert horizontal verlaufende metallische Zwischenwände (54) eingefügt sind, so daß sich übereinander liegende, die Einzelstrahler bildende Hohlleiterstücke (57) ergeben, in denen die elektronisch steuerbaren 35 Phasenschieber (55) angeordnet sind.



16. Rundsuch-Radarantenne nach Anspruch 15, da -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die  
elektronisch steuerbaren Phasenschieber Ferritphasen-  
schieber (55) sind.

5

17. Rundsuch-Radarantenne nach Anspruch 15 oder 16,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß  
die Strahlungsöffnung der Flachparabolantenne (2) mit-  
tels zweier Trichterwände (11, 12) hornstrahlerartig  
10 aufgeweitet ist.

18. Rundsuch-Radarantenne nach Anspruch 17, da -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die  
hornstrahlerartige Strahlungsöffnung mit Querrillen  
15 (24) versehen ist.

19. Rundsuch-Radarantenne nach einem der Ansprüche  
1 bis 14, d a d u r c h g e k e n n z e i c h -  
n e t , daß die im Aperturbereich der Flachparabol-  
20 antenne (2) linear angeordneten Einstrahler jeweils  
aus einem Kollektorstrahlerelement, das ins Innere  
der Flachparabolantenne (2) ausgerichtet ist, und  
einem Emitterstrahlerelement, das in Richtung zum  
Zylinderparabolreflektor (1) ausgerichtet ist, besteht  
25 und daß zwischen dem Kollektor- und dem zugeordneten  
Emitterstrahlerelement jeweils ein elektronisch  
steuerbarer Phasenschieber angeordnet ist.

20. Rundsuch-Radarantenne nach Anspruch 19, da -  
30 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß ein  
Kollektorstrahlerelement, ein Emitterstrahlerelement  
und ein elektronisch steuerbarer Phasenschieber auf  
einer gemeinsamen Substratplatte angebracht sind und  
einen Einzelstrahlermodul bilden.



SECRET

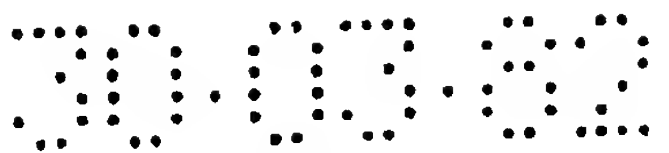
6

-21- VPA 82 P 1235 DE

21. Rundsuch-Radarantenne nach einem der vorhergehen-  
den Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h -  
n e t , daß an den Einzelstrahlern Polarisatoren  
zur Erzeugung von zirkularer Strahlerpolarisation ange-  
5 bracht sind.

22. Rundsuch-Radarantenne nach einem der vorhergehen-  
den Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß zu beiden Seiten der aus den  
10 Einzelstrahlern bestehenden Linienquelle Dipole für  
eine integrierte IFF (Identification friend foe =  
Freund-Feind-Kennung)-Antenne angebracht sind.

23. Rundsuch-Radarantenne nach einem der vorhergehen-  
15 den Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß die kleinen Erreger (5 bis 10)  
der den Primärstrahler bildenden Flachparabolantenne  
(2) Hornstrahler sind.



3211707

7

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
Berlin und München

Unser Zeichen  
VPA 82 P 1235 DE

5 Rundsuch-Radarantenne mit Höhenerfassung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Rundsuch-Radaran-  
tenne mit Höhenerfassung unter Verwendung eines durch  
eine Linienquelle angestrahlten Zylinderparabolreflek-  
10 tors, wobei die azimutale Abtastung durch mechanische  
Rotation und die Abtastung in der Elevation durch elek-  
tronische Schwenkung des Strahlenbündels erfolgt, das  
von der parallel zu Zylinderachse des Reflektors ver-  
laufenden, durch eine Strahlerreihe gebildeten Linien-  
15 quelle abgegeben wird, welche die Strahlungsapertur  
eines wellenführenden Primärstrahlers bildet, in wel-  
chem die Einzelstrahler über elektronisch steuerbare  
Phasenschieber zur Fokussierung und gewünschten Strahl-  
auslenkung in der Elevation strahlungsmäßig gespeist  
20 werden.

Eine derartige Rundsuch-Radarantenne mit Höhenerfassung  
ist aus der DE-AS 25 33 179 bekannt. Bei dieser Antenne  
wird als Primärstrahler ein geschlossener wellenfüh-  
25 render Sektorhornstrahler verwendet, in welchem im  
parallel zur Zylinderachse des Reflektors verlaufenden  
Aperturbereich horizontale Zwischenwände eingefügt  
sind, so daß sich übereinanderliegende Hohlleiterstücke  
ergeben, welche die Einzelstrahler bilden.

30

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Rundsuch-Radaran-  
tenne mit mechanischer Drehung in der Azimutebene so  
auszugestalten, daß die Möglichkeit der Höhenerfassung  
von Zielen und der Verfolgung mehrerer Ziele nach dem  
35 sogenannten "Track while Scan"-Verfahren besteht. Dabei

VL 1 Mai /23.03.82

6 Ausfertigungen  
2. Ausfertigung

soll die Realisierung einer solchen Antenne in wirtschaftlicher Weise erfolgen können.

Das Suchen und Verfolgen von mehreren Zielen einschließlich Höhenerfassung nach dem "Track while Scan"-Verfahren wird, wie nach dem Aufsatz von Dr. W.D. Wirth: "Elektronisch gesteuertes Radar" in der Zeitschrift Funkschau 1978, Heft 9, Seiten 378 bis 382, insbesondere Bild 2 auf Seite 379, entweder durch ein konventionelles Suchradar mit mehreren Zielverfolgungsradars oder mit einer Voll-Phased-Array-Antenne vorgenommen. Beide bekannten Möglichkeiten sind jedoch technisch sehr aufwendig, so daß durch die Erfindung eine einfachere und wirtschaftlichere Lösung angestrebt wird.

15 Gemäß der Erfindung wird die gestellte Aufgabe, die sich auf eine Rundsuch-Radarantenne der eingangs genannten Art bezieht, dadurch gelöst, daß der wellenführende Primärstrahler eine sogenannte Flachparabolantenne (Pillbox-Antenne) ist, daß im Brennpunktsbereich der Flachparabolantenne mehrere kleine Erreger übereinander angeordnet sind, von denen einer nur im Sendefall und jeweils zwei paarweise nur im Empfangsfall betrieben sind, und daß die beiden jeweils von den im

20 Empfangsfall betriebenen Erregern erzeugten und übereinander liegenden Strahlungskeulen so eingestellt sind, daß sie sich überlappen und gemeinsam von der Keule, die vom Erreger für den Sendefall erzeugt wird, im wesentlichen umfaßt sind.

30 Mit einer derartigen Rundsuch-Radarantenne läßt sich eine Zielrichtungsgenauigkeit erreichen, die in der Größenordnung von  $1^\circ$  liegt. Darüber hinaus werden aufgrund des großen Antennengewinns und der hohen zu über-

30.03.82

32.11707

9  
-7-

VPA 82 P 1 2 3 5 DE

tragenden Sendeleistung bei kleinen Nebenzipfeln Reichweiten von über 100 km ermöglicht.

5 Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung besteht darin, daß die Form der vom Erreger für den Sendefall erzeugten Strahlungskeule mittels der elektronisch steuerbaren Phasenschieber unterschiedlich einstellbar ist. Es läßt sich dann beispielsweise eine cosec<sup>2</sup>-Keule oder eine normal geformte Strahlungskeule mit beliebiger Breite von beispielsweise 3°, 5°, 10° oder 20° abstrahlen. Die Sendekeulenformung kann durch ausschließliche Einstellung der Phasenbelegung entlang des Linearstrahlers bei gegebener Amplitudenbelegung erfolgen. In diesem Zusammenhang wird auf die ältere Patentanmeldung  
15 P 32 06 517.5 hingewiesen.

Die beiden jeweils von zwei Erregern für den Empfangsfall erzeugten und sich überlappenden Strahlungskeulen, die durch Pegelvergleich eine Feinpeilung in der  
20 Elevation ermöglichen, werden durch die elektronisch steuerbaren Phasenschieber für einen Suchvorgang oder für ein Umschalten auf ein bereits bekanntes Ziel gemeinsam elektronisch ausgelenkt. Durch Zusammenfassen unterschiedlich weit voneinander entfernter Erreger zu einem Paar und durch entsprechende Defokussierung  
25 mittels der Phasenschieber lassen sich Keulenpaare mit größerer Strahlbreite und dazu passendem Versatz ihrer Hauptstrahlrichtung erzeugen, die für den Empfang aus dem oberen Erhebungswinkelbereich, in welchem eine  
30 geringere Reichweite ausreicht, wegen der sich dann ergebenden Suchzeitverkürzung günstiger sind. Zur Erzeugung zweier breiter Empfangskeulen mit einem großen Winkelversatz werden dann zwei Erreger aktiviert, die einen relativ großen Abstand voneinander aufweisen,

10  
A-

VPA 82 P 1 2 3 5 OE

wogegen zur Erzeugung zweier scharfer Empfangskeulen mit einem kleinen Winkelversatz zwei Erreger betätigt werden, die einen relativ kleinen Abstand zueinander haben.

5

Im Falle einer elektronisch abtastenden bleistiftstrahl-  
förmigen Sendekeule wird beim Absuchen eines bestimm-  
ten Erhebungswinkelbereichs das Empfangskeulenpaar in  
vorteilhafter Weise derart elektronisch mit ausge-  
lenkt, daß sie während des Empfangs der Zielechos auf  
den Winkelbereich der Sendekeule ausgerichtet bleibt.  
Eine solche Sendekeule hat den Vorteil des größeren  
Sendeantennengewinns und damit der höheren Reichweite.

15 Bei  $\text{cosec}^2$ -förmiger Sendekeule kann das Empfangskeulen-  
paar auch während der Zeit, in der die Echos eines aus-  
gesendeten Pulses aus den verschiedenen Zielentfernun-  
gen zurückkommen, elektronisch ausgelenkt werden.

20 Insgesamt bietet das Antennenkonzept nach der Erfindung  
bei den vielfältigen Möglichkeiten für Keulenform, Keu-  
lenbreite und Auslenkwinkel im Sende- und Empfangsfall  
die Grundlage für ein sehr flexibles 3D-Such- und Fol-  
geradar-System nach dem sogenannten "Track while Scan"-  
25 Verfahren.

In zweckmäßiger Weise ist die Flachparabolantenne außer-  
halb des Strahlengangs des Zylinderparabolreflektors  
angeordnet, so daß eine Aperturabdeckung des Zylinder-  
30 parabolreflektors vermieden wird.

In vorteilhafter Weise ist die Flachparabolantenne in  
der sogenannten Doppelstockform ausgeführt und außer-  
dem vor ihrer länglichen Strahlungsöffnung in Quer-

richtung geknickt. Die im Aperturbereich der Flachparabolantenne befindlichen Strahlerelemente werden somit über die geknickte Flachparabolantenne strahlungsgespeist.

5

Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, daß in dem parallel zur Zylinderachse des Zylinderparabolreflektors verlaufenden Aperturbereich der Flachparabolantenne zumindest angenähert horizontale metallische Zwischenwände eingefügt sind, so daß sich übereinanderliegende, die Einzelstrahler bildende Hohlleiterstücke ergeben, in denen die elektronisch steuerbaren Phasenschieber angeordnet sind. Diese Phasenschieber sind dann in vorteilhafter Weise als Ferritphasenschieber ausgeführt. Diese Phasenschieberart verträgt eine relativ hohe Sendeleistung und weist verhältnismäßig niedrige Durchgangsverluste auf. Sie können sehr schnell und auch relativ oft umgeschaltet werden. Wegen ihres nicht-reziproken Charakters muß jedoch zwischen Senden und Empfangen umgeschaltet werden.

Die Phasenschieber nehmen somit die aperturseitig aus der Flachparabolantenne austretende Strahlung auf und geben sie nach entsprechender Phasenverschiebung an die Einzelstrahler, die bei Hohlleiterausführung der Phasenschieber als Hornstrahler ausgebildet sind, weiter.

Die im Aperturbereich der Flachantenne linear angeordneten Einzelstrahler können jeweils auch aus einem Kollektorstrahlerelement, das ins Innere der Flachparabolantenne ausgerichtet ist, und einem Emitterstrahlerelement, das in Richtung zum Zylinderparabolreflektor ausgerichtet ist, bestehen. Zwischen dem jeweiligen

Kollektor- und dem zugeordneten Emitterstrahlerelement ist dann ein elektronisch steuerbarer Phasenschieber angeordnet. Ein Kollektorstrahlerelement, ein Emitterstrahlerelement und ein elektronisch steuerbarer Phasenschieber werden zweckmäßig auf einer gemeinsamen Substratplatte aufgebracht und bilden dann einen Einzelstrahlermodul. Zu diesem gehört auch die Treiber-  
5 elektronik für den Phasenschieber.

10 Durch eine besondere Ausbildung der Einzelstrahler lassen sich die azimutalen Nebenzipfel noch weiter reduzieren.

Durch einen Polarisator an den Einzelstrahlern kann  
15 auch Strahlung mit zirkularer Polarisierung erzeugt werden.

Zu beiden Seiten der aus den Einzelstrahlern bestehenden Linienquelle lassen sich Dipole für eine integrierte IFF (identification friend foe =Freund-Feind-Kennung)-Antenne anbringen.  
20

Die kleinen Erreger der den Primärstrahler bildenden Flachparabolantenne sind in vorteilhafter Weise Hornstrahler oder offene Hohlleiter.  
25

Die Erfindung wird im folgenden anhand von 9 Figuren erläutert. Es zeigen

30 Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Rundsicht-Radarantenne nach der Erfindung,  
Fig. 2 das schematische Schnittbild einer geknickten Doppelstock-Flachparabolantenne, die als Primärstrahler der Antenne nach der Erfindung dient,



- Fig. 3 ein Empfangspegeldiagramm zweier sich überlappender Empfangskeulen in Abhängigkeit vom Elevationswinkel,
- 5 Fig. 4 eine Diskriminatorkurve zur Feinpeilung mittels Pegelvergleich zweier sich überlappender Empfangskeulen,
- Fig. 5 ein Blockschaltungsbeispiel für eine Erregeranordnung und eine Leitungsführung des Speisesystems einer Antenne nach der Erfindung,
- 10 Fig. 6 ein  $\text{cosec}^2$ -förmiges Sendediagramm und das Diagramm zweier scharfer Empfangskeulen,
- Fig. 7 ein  $\text{cosec}^2$ -förmiges Sendediagramm und ein Empfangsdiagramm eines breiten Empfangskeulenpaares,
- 15 Fig. 8 ein bleistiftförmiges Sendekeulendiagramm und das Diagramm eines scharfen Empfangskeulenpaares und
- Fig. 9 Hohlleiter-Einzelstrahler mit Ferritphasenschieber in einer Schrägansicht.
- 20
- Fig. 1 zeigt die Kombination einer Reflektorantenne mit einer phasengesteuerten Antenne nach der Erfindung unter Verwendung einer Linienquelle vor einem Zylinderparabolreflektor 1. Die parallel zur Zylinderachse
- 25 des Reflektors 1 verlaufende Linienquelle wird durch eine geführte Welle angeregt. Als Speisesystem dieser Linienquelle wird eine geknickte Flachparabolantenne 2 verwendet, in deren Aperturbereich die Linienquelle bildende Strahlerelemente 3 liegen, in welche Phasen-
- 30 schieber 4 eingebracht sind. Die Strahlerelemente 3 werden über die geknickte Flachparabolantenne 2, die zur Vermeidung einer Aperturabdeckung durch ihre Erreger 5 bis 10 in Doppelstockform ausgeführt ist, strahlungsgespeist. Die vertikale Strahlerelementreihe ist

durch kleine Trichterwände 11 und 12 in der horizontalen Ebene so aufgeweitet, daß die Strahlungsbelegung des seitlichen Reflektorrandes in bezug auf Gewinn und Nebenzipfelpegel optimiert wird. Im Nahfeld dieser Linienquelle befindet sich der zylindrische Parabolreflektor 1, der in der vertikalen Ebene das mehr oder weniger ausgelenkte parallele Strahlenbündel umlenkt und die in der Horizontalebene divergierende Strahlung fokussiert. Die elektronisch gesteuerten Phasenschieber 4 im Aperturbereich der doppelstöckigen Flachparabolantenne 2 bewirken die Fokussierung und die Auslenkung in der Elevationsebene. Die Flachparabolantenne 2 ist deswegen geknickt, damit die Antennenabmessung reduziert wird. Die Knicklinie längs der Apertur ist mit 13 bezeichnet.

Als Erreger 5 bis 10 sind mehrere übereinander um die Brennnlinie der Flachparabolantenne 2 angeordnete kleine Hornstrahler eingesetzt. Davon wird nur der Erreger 5 im Sendefall, und werden jeweils zwei der Erreger 6 bis 10 im Empfangsfall betrieben.

Fig. 2 zeigt in einem schematischen Schnittbild die in der Antennenanordnung nach Fig. 1 verwendete Flachparabolantenne 2. Die als Primärstrahler dienende Flachparabolantenne 2 ist doppelstöckig ausgebildet und zwar derart, daß ein schmaler zylindrischer Parabolreflektor 14 und zwei senkrecht dazu angeordnete, zueinander parallel verlaufende metallische Platten 15 und 16 mit einer parallel zu diesen Platten 15 und 16 verlaufenden, jedoch nicht bis zum Parabolreflektor 14 reichenden metallischen Zwischenplatte 17 vorgesehen sind, so daß sich zu beiden Seiten dieser Zwischenplatte 17 jeweils ein Plattenzwischenraum 18 bzw. 19

ergibt. Die als Hornstrahler oder als offene Hohlleiter ausgebildeten kleinen Erreger 5 bis 10 sind im Brennpunktbereich des Plattenzwischenraums 18 angeordnet. Entlang des schmalen zylindrischen Parabolreflektors 14 ist eine Einrichtung zur Umlenkung der Strahlung vom Plattenzwischenraum 18 in den Plattenzwischenraum 19 vorgesehen. Diese Einrichtung zur Strahlungsumlenkung ist durch zwei  $45^\circ$ -Abschrägungen 20 und 21 in der Querschnittskontur des zylindrischen Parabolreflektors 14 gebildet. Die Umlenkung der Strahlung vom einen Plattenzwischenraum zum anderen kann auch ausschließlich durch den schmalen Schlitz 22 erfolgen. Die Platte 16 und die Zwischenplatte 17, die den nicht die Erreger 5 bis 10 enthaltenden Plattenzwischenraum 19 einschließen, sind zur Apertur der Flachparabolantenne 2 hin entlang der Linie 13 um die Breitseite der Flachparabolantenne 2 abgeknickt. Der Bereich 23 bildet jeweils einen Einzelstrahler und ist auch mit einem Phasenschieber versehen. Die Flachparabolantenne 2 ist an ihrer Apertur mittels der beiden Trichterwände 11 und 12 in der horizontalen Ebene aufgeweitet und kann mit Querrillen 24 versehen sein. Die im Aperturbereich 23 der Flachparabolantenne 2 linear angeordneten Einzelstrahler können jeweils aus einem Kollektorstrahlerelement, das ins Innere der Flachparabolantenne 2 ausgerichtet ist, und einem Emitterstrahlerelement, das in Richtung zum Zylinderparabolreflektor ausgerichtet ist, bestehen. Zwischen dem Kollektor- und dem zugeordneten Emitterstrahlerelement ist dann im Bereich 23 jeweils der elektronisch steuerbare Phasenschieber angeordnet. Durch ein Kollektorstrahlerelement, ein Emitterstrahlerelement und den elektronisch steuerbaren Phasenschieber dazwischen, die alle mit einer Treiberschaltung auf einer

gemeinsamen Substratplatte angebracht sein können, wird ein Einzelstrahlermodul gebildet. Die Einzelstrahler können jedoch auch in Form von Hohlleiter-Einzelstrahlern mit Ferritphasenschieber realisiert werden, wie dies später anhand der Fig. 9 noch beschrieben wird.

Fig. 3 zeigt ein Diagramm der Pegel von zwei an einem Paar der Erreger 6 bis 10 empfangenen Signale. Hierbei ist an der Abszisse der Elevationswinkel  $\theta$  und an der Ordinate der Empfangspegel in dB aufgetragen. Mit  $\theta_s$  ist der Schnittpunktswinkel der beiden Empfangssignalkeulen bezeichnet. Fig. 4 zeigt eine Diskriminatorkurve für die Elevationsablagewinkel  $\theta - \theta_s$ , wobei an der Ordinate das Pegelverhältnis  $E_1/E_2$  aus den jeweiligen beiden Empfangssignalkeulen aufgetragen ist. Mit zwei solchen Empfangskeulen ist durch Pegelvergleich eine Feinpeilung in der Elevationsebene möglich. Mit  $E_1$  ist der Empfangssignalpegel der einen Empfangskeule und mit  $E_2$  der Empfangssignalpegel der zweiten Empfangskeule bezeichnet, die an einem Paar der Erreger 6 bis 10 in Fig. 1 gewonnen werden. Aus dem Erhebungswinkel und der Entfernung ergibt sich bekanntlich die Zielhöhe. Wesentlich ist, daß die über den Erreger 5 in Fig. 1 abgestrahlte Sendekeule das jeweilige Empfangskeulenpaar zumindest weitgehend überdeckt. Im Sendefall kann durch unterschiedliche Einstellung der Phasenschieber beispielsweise eine  $\text{cosec}^2$ -Keule oder eine normal geformte Strahlungskeule mit beliebiger Breite abgestrahlt werden. Im Empfangsfall können die beiden übereinanderliegenden Empfangskeulenpaare  $E_1$  und  $E_2$ , die durch Pegelvergleich eine Feinpeilung in der Elevation ermöglichen, durch die Phasenschieber gemeinsam elektronisch ausgelenkt werden.

30 00 00

3211/U1

17  
-17-

VPA 82 P 1235 DE

Im Zusammenhang mit der Elevationswinkel-Feinpeilung durch Pegelvergleich zweier sich in der Vertikalebene überlappender Empfangskeulen wird auf die DE-PS 977 820 hingewiesen.

5

Fig. 5 zeigt ein Beispiel für eine Erregeranordnung und eine Leitungsführung eines Speisesystems einer Antenne nach der Erfindung. Das Sendesignal aus einem Sender 25, das einem Empfänger 26 eingegebene Signal zur Auswertung der jeweils unteren Empfangskeule, das einem anderen Empfänger 27 eingegebene Signal zur Auswertung der jeweils oberen Empfangskeule, ein Winkelsignal 28, die Stromversorgung 29 für die Treiber der Phasenschieber und die IFF-Signale 30 werden zu der Antenne über eine Drehkupplung 31 geführt. Zur Verstärkung der Empfangssignale sind noch zwei Hf-Verstärker 32 und 33 in die Empfangskanäle eingeschaltet. Das Sendesignal aus dem Sender 25 wird dem Erreger 5 zugeführt, wogegen die von den beiden Erregern 9 und 10 aufgenommenen Signale über einen Schalter 34 und die von den Erregern 6, 7 und 8 kommenden Empfangssignale über die beiden Schalter 35 und 36 jeweils einzeln auf den Empfänger 26 bzw. den Empfänger 27 aufgeschaltet werden. Es ist somit möglich, den Empfänger 26 mit dem Erreger 10 oder 9 und den Empfänger 27 mit jeweils einem der Erreger 6 bis 8 zu betreiben. Durch Zusammenfassung verschieden weit voneinander entfernter Erreger 9 und 10 einerseits und 6 bis 8 andererseits zu einem Paar und entsprechende Defokussierung mittels der Phasenschieber können Keulenpaare mit größerer Strahlbreite und dazu passendem Versatz ihrer Hauptstrahlrichtung erzeugt werden, die für den Empfang aus dem oberen Erhebungswinkelbereich, in welchem eine geringere Reichweite ausreicht, wegen einer Verkürzung der

Suchzeit günstiger sind. Werden z.B. die beiden durch einen Kreis angedeuteten Erreger 6 und 10 mittels der Schalter 34 bis 36 zu einem Paar wirksam zusammengeschaltet, so ergeben sich Empfangskeulen von etwa  $10^\circ$  Strahlbreite. Werden die beiden Strahler 9 und 6 mittels der Schalter 34 bis 36 wirksam zusammengeschaltet, so ergeben sich - wie durch die beiden Rechtecke angedeutet - Empfangskeulenbreiten von etwa  $5^\circ$ . Faßt man die beiden Erreger 7 und 9 zu einem wirksamen Paar zusammen, so ergeben sich - wie durch die beiden Rauten angedeutet - Empfangsstrahlbreiten von etwa  $2,5^\circ$ . Will man sehr schmale Keulen von etwa  $1,25^\circ$  erzeugen, so werden die beiden Empfangserreger 8 und 9 zu einem Paar zusammengeschaltet. Der Erreger 5 zur Abstrahlung des Sendesignals kann durch unterschiedliche Einstellung der Phasenschieber, die in Fig. 5 nicht eigens dargestellt sind, eine Kosekans-Keule oder eine Strahlungskeule mit beispielsweise  $10^\circ$ ,  $5^\circ$  oder  $2,5^\circ$  Strahlbreite abstrahlen. Links in Fig. 5 sind schraffiert die Strahler 5 bis 10 im Aperturbereich 37 der Flachparabolantenne dargestellt, deren Symmetrieebene mit 38 bezeichnet ist. Damit ein sehr kleiner Abstand zwischen den Erregern 7, 8 und 9 realisiert werden kann, überlappen sich diese drei Erreger. Durch Einführung von schmalen Steghohlleitern kann diese Überlappung auch vermieden werden. Oben in Fig. 5 sind noch zwei kleine Vertikaldiagramme dargestellt, die jeweils schematisch den Zylinderparabolreflektor 1 nach Fig. 1 und zwei von diesem in den freien Raum abgestrahlte Vertikaldiagramme 39 und 40 bzw. 41 und 42 für den Empfangsfall zeigen. Die beiden relativ scharfen Keulen 39 und 40 werden durch zwei dicht beieinanderliegende Empfangserreger, z.B. 7 und 9, erzeugt und weisen einen kleinen Winkerversatz voneinander auf. Die



beiden Keulen 41 und 42 haben dagegen einen größeren Winkelversatz und sind verhältnismäßig breit. Die Abstrahlung der Keulen 41 und 42 erfordert einen verhältnismäßig großen Abstand der Erreger, was beispielsweise  
5 durch paarweises Zusammenschalten der beiden Erreger 6 und 10 realisiert werden kann.

Die Fig. 6 und 7 zeigen den Fall einer Sendekeule mit Kosekans-Diagramm 43 und elektronischem Absuchen des  
10 ausgeleuchteten Bereichs im unteren Teil mit einem schmalen Empfangs-Keulenpaar 44 und 45 (Fig. 6) und im oberen Teil mit einem breiteren Empfangskeulenpaar 46 und 47.

15 Fig. 8 zeigt in Diagrammform eine stark gebündelte Sendekeule (Pencil-beam) 48 und ein dazu passend ausgelegtes Empfangskeulenpaar 49 und 50. Die Keulenauslegung nach Fig. 8 hat den Vorteil des größeren Sendean-  
20 tennengewinns und damit der höheren Reichweite gegenüber dem kosekansförmigen Sendediagramm. Zum Absuchen eines bestimmten Erhebungswinkelbereiches, z.B. von  $0^\circ - 10^\circ$ , werden dabei die Sendekeule 48 und das Empfangskeulenpaar 49, 50 elektronisch ausgelenkt, wobei das Empfangskeulenpaar 49, 50 während des  
25 Empfangs der Zielechos auf den Winkelbereich der Sendekeule ausgerichtet bleibt. Bei kosekansförmiger Sendekeule 43 in den Fig. 6 und 7 kann das Empfangskeulenpaar 44, 45 bzw. 46, 47 auch während der Zeit, in welcher die Echos eines ausgesendeten Pulses aus den ver-  
30 schiedenen Zielentfernungen zurückkommen, elektronisch ausgelenkt werden. In den in den Fig. 6 bis 8 aufgezeigten Diagrammen ist an der Abszisse die Zielentfernung R und an der Ordinate die Zielflughöhe H aufgetragen. Durch die Doppelpfeile 51, 52 und 53 und die



Verbindungslinien davon zu den einzelnen Keulen soll aufgezeigt werden, welche der Keulen im Beispiel elektronisch ausgelenkt werden.

- 5 Fig. 9 zeigt in einer perspektivischen Ansicht das Ausführungsbeispiel des die Einzelstrahler enthaltenden Aperturbereichs der Flachparabolantenne 2 nach Fig. 1. In dem parallel zur Zylinderachse des Zylinderparabolreflektors verlaufenden Aperturbereich der Flachparabolantenne sind zumindest angenähert horizontale, metallische Zwischenwände 54 eingefügt, so daß sich übereinanderliegende, die Einzelstrahler bildende Hohlleiterstücke ergeben, in denen die elektronisch steuerbaren Phasenschieber 55 angeordnet sind. Diese
- 10 Phasenschieber 55 sind im Ausführungsbeispiel als Ferritphasenschieber (mit z.B. 4 Bit) ausgeführt, welche die relativ hohe Sendeleistung vertragen und verhältnismäßig geringe Durchgangsverluste aufweisen. Sie lassen sich sehr schnell und auch ziemlich oft um-
- 20 schalten. Aufgrund des nichtreziproken Charakters der Ferritphasenschieber 55 muß jedoch zwischen Senden und Empfangen umgeschaltet werden. Die Phasenschieber 55 nehmen die aus der Flachparabolantenne austretende Strahlung auf und geben sie nach entsprechender Phasenverschiebung an die Strahlerelemente, die als Hornstrahler mit den seitlichen Trichterwänden 11 und 12 ausgebildet sind, weiter. Die Linienquelle kann beispielsweise mit 80 phasengesteuerten Elementen realisiert werden, von denen in Fig. 9 lediglich die drei
- 30 oberen dargestellt sind. Seitlich an den einzelnen vertikal verlaufenden Hohlleiterseitenwänden 56 ist jeweils pro Hohlleiter 57, d.h. pro Einzelstrahler, eine Treiberelektronik 58 zur Ansteuerung der

30.03.82

3211/01

21

-15-

VPA 82 P 1235 DE

Ferritphasenschieber 55 angebaut. Nicht dargestellt in Fig. 9 sind Polarisatoren an den Einzelstrahlern, mit deren Hilfe eine zirkulare Polarisation erzeugt werden kann.

23 Patentansprüche

9 Figuren

-22-  
Leerseite

30.03.82

-27-

1/5

3211707

Nummer:

3211707

Int. Cl.<sup>3</sup>:

H01Q 3/00

Anmeldetag:

30. März 1982

Offenlegungstag:

20. Oktober 1983

FIG 1

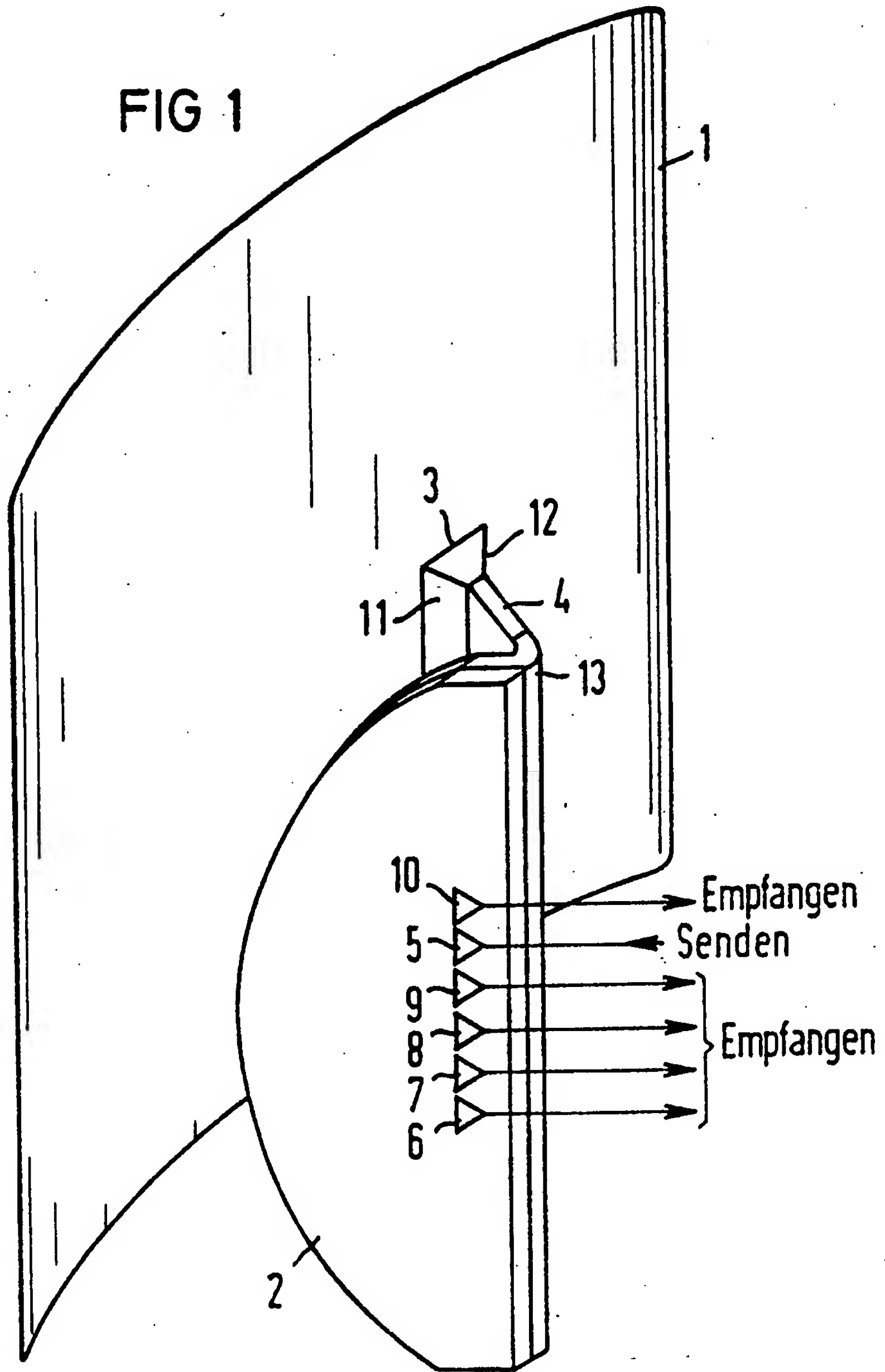


FIG 2

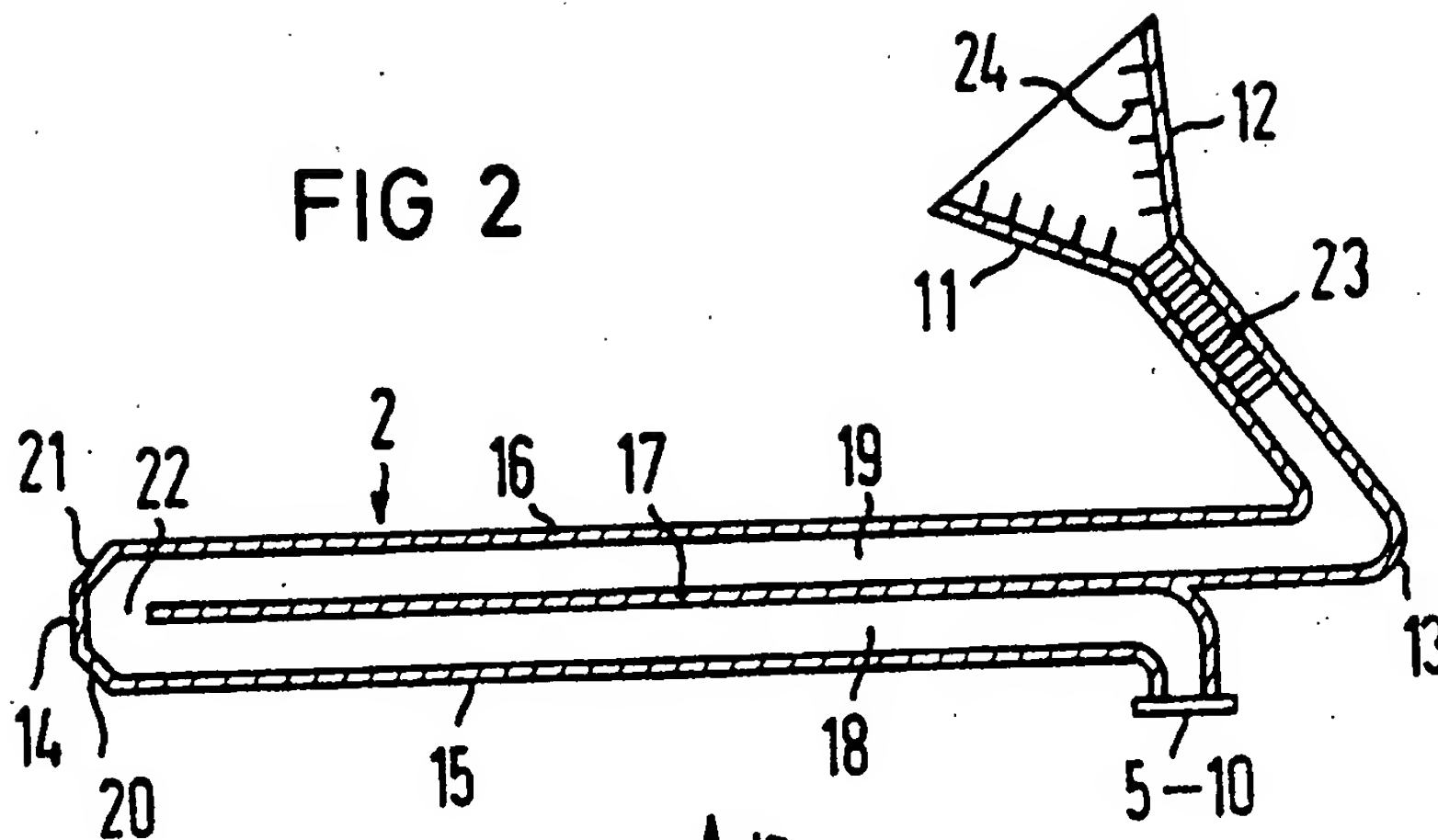


FIG 3

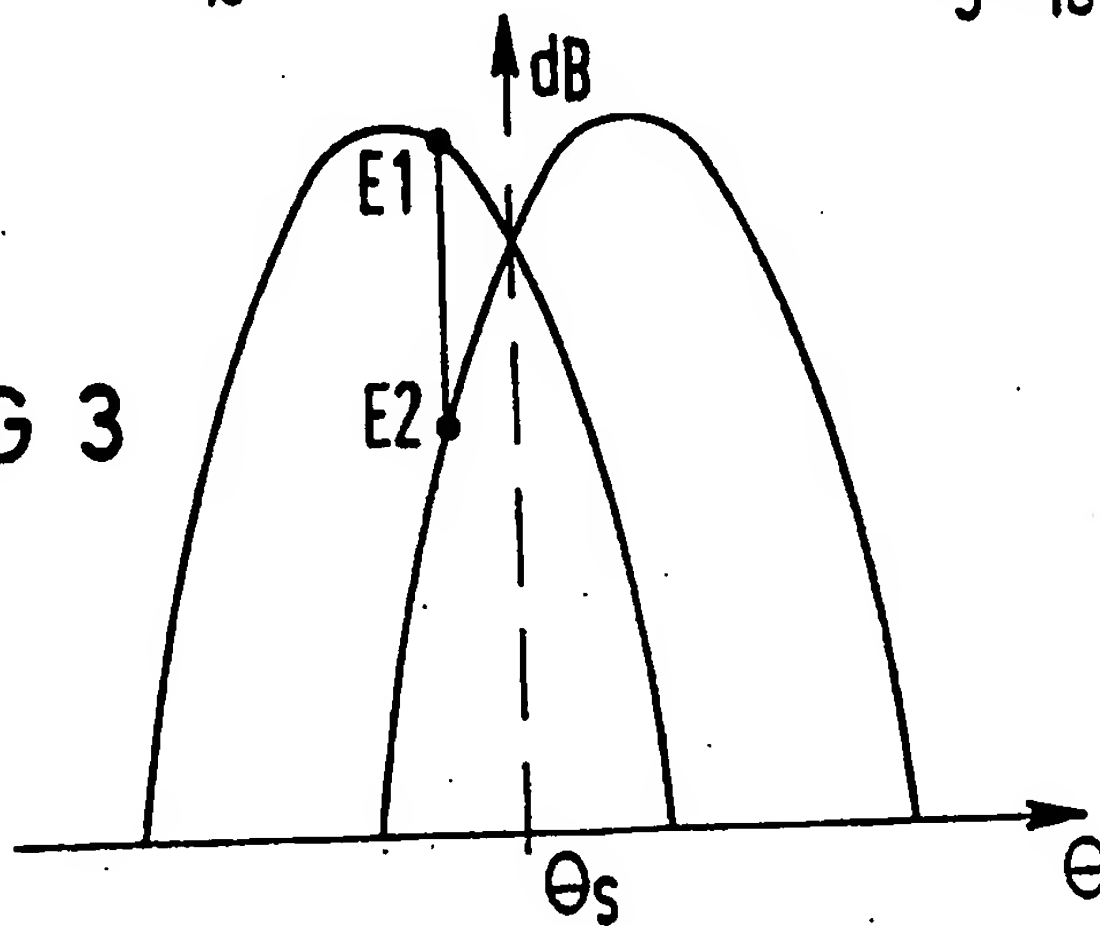


FIG 4

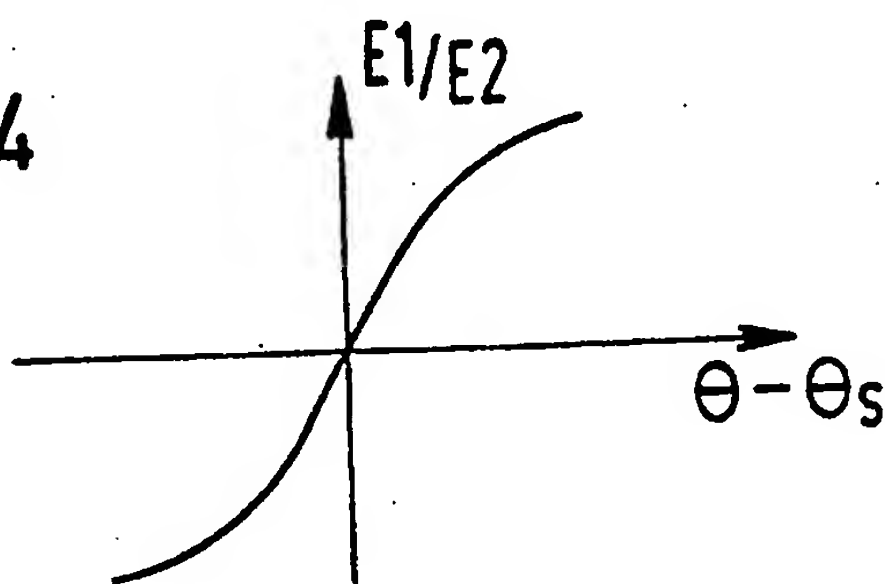
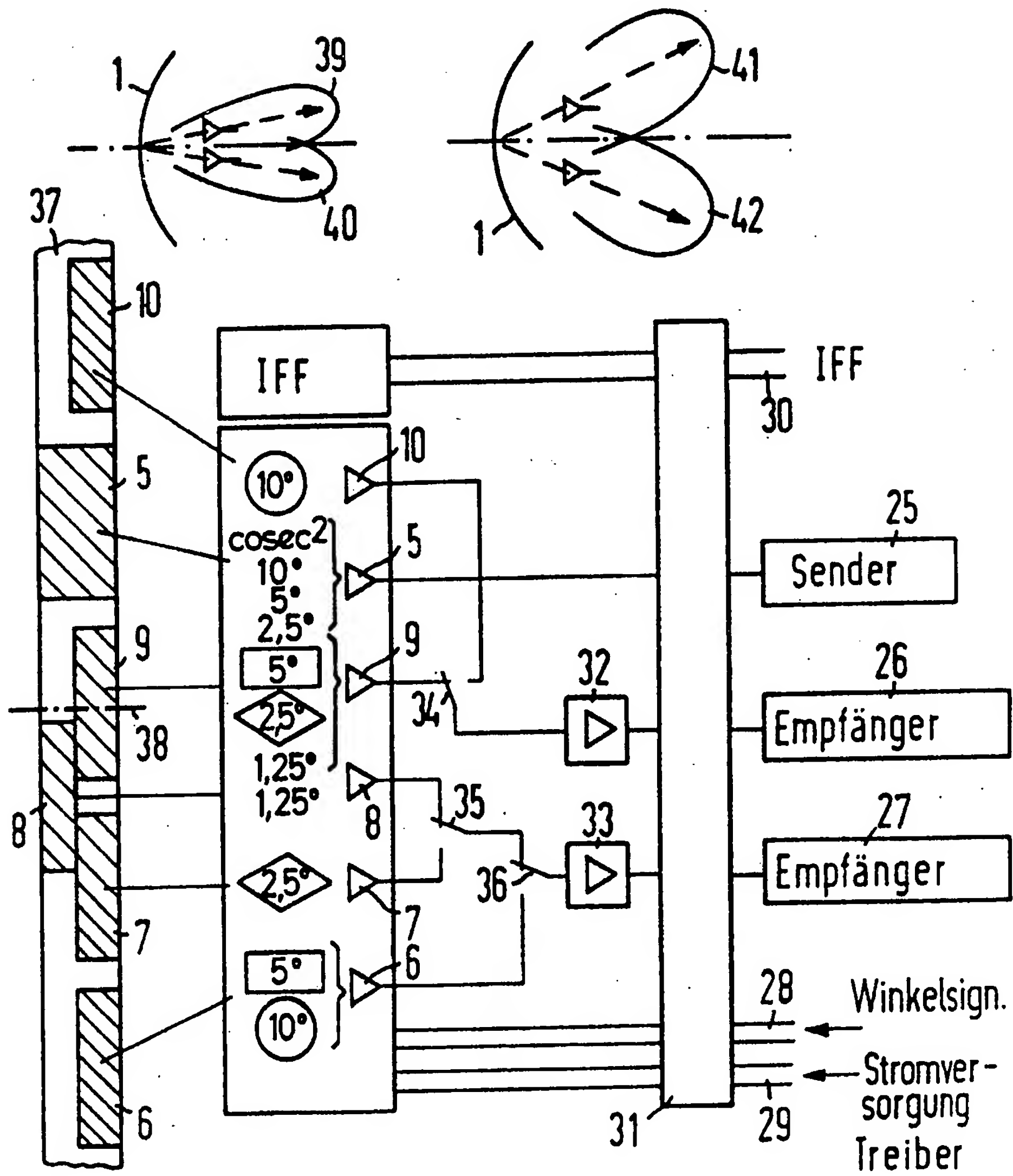


FIG 5



30.03.82

3211/01

-25-

4/5

82 P 1 235 DE

FIG 6

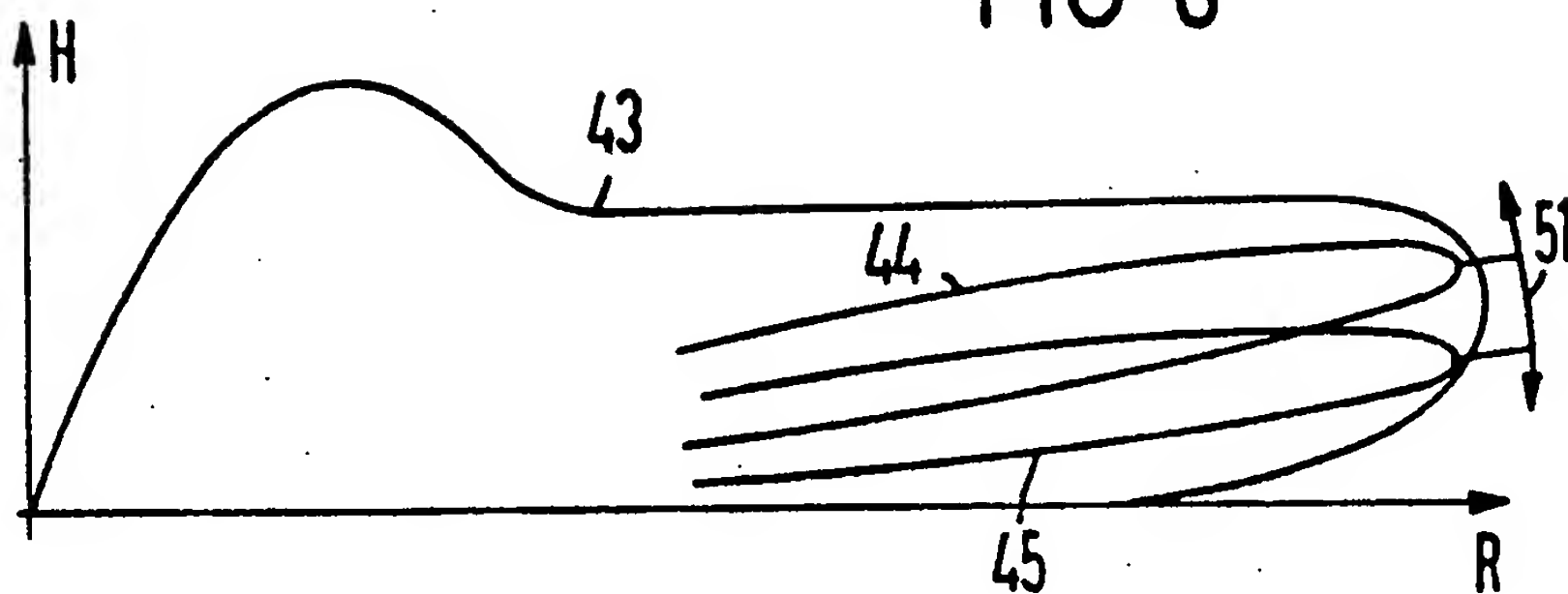


FIG 7

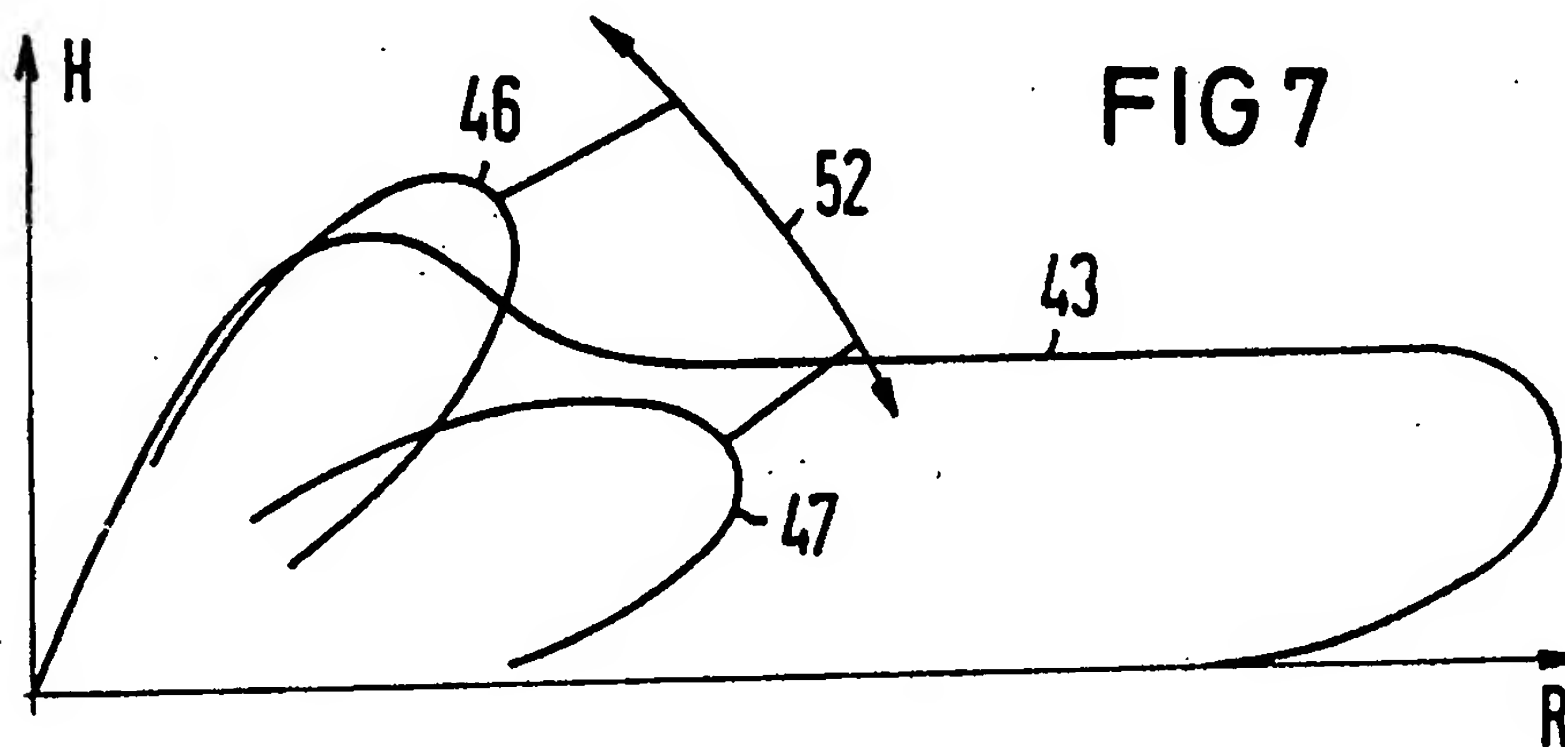


FIG 8

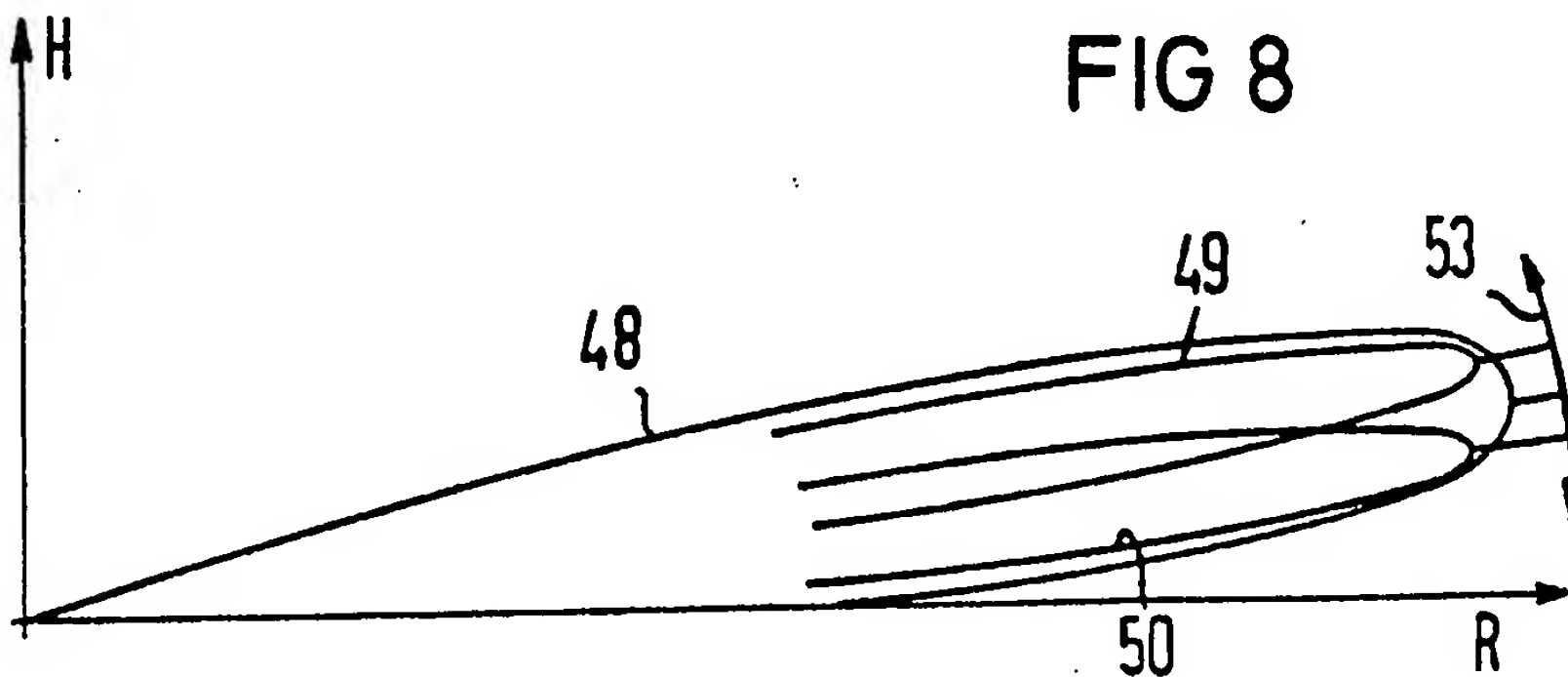




FIG 9

